

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-306190

(43)Date of publication of application : 02.11.2000

(51)Int.Cl.

G08G 1/01
G08G 1/00
G08G 1/015

(21)Application number : 11-109826

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 16.04.1999

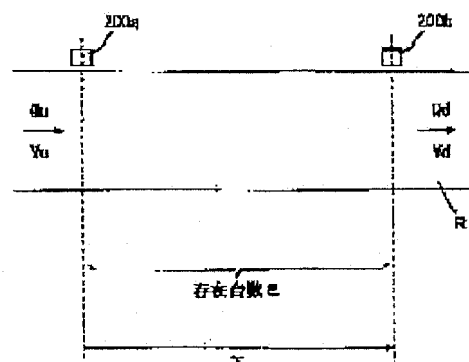
(72)Inventor : SHIMOURA HIROSHI
TENMOKU KENJI

(54) METHOD AND DEVICE FOR TRAFFIC INFORMATION MANAGEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a traffic information management device which precisely and efficiently measures the number of vehicles existing between an upstream point and a downstream point.

SOLUTION: The traffic information management device is provided with traffic information collection devices 300a and 200b provided at an upstream point and a downstream point of a road respectively. Each traffic information collection device obtains the feature values of passing vehicles, the traffic volume, and speeds of vehicles at the upstream point or the downstream point. Matching is performed on the basis of the feature values of vehicles to measure the time required for running of vehicles from the upstream point to the downstream point. Based on these measured time and traffic volume, the number of vehicles existing between the upstream point and the downstream point is estimated by processing with a Kalman filter.



Translation of JP2000-306190A (paragraphs [0147] and [0198])

[0147] Furthermore, based on the evaluation value, a reliability of a calculated travel time (variation error from the average) may also be calculated.

[0198] (2) Error $\eta(t)$ of observation equation

This error is the estimation error of an existing vehicle number. In the embodiment, because the estimation is performed from the travel time, the estimation error of the travel time is set as this error. For example, if an obtained reliability (accuracy, or variation, or both summations, for example, standard deviation, coefficient time of standard deviation, maximum displacement value from average value, and the like) of the travel time has been obtained, this may be set.

End

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-306190

(P2000-306190A)

(43) 公開日 平成12年11月2日 (2000.11.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 0 8 G	1/01	G 0 8 G	A 5 H 1 8 0
	1/00		C
	1/015	1/015	A

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平11-109828

(22) 出願日 平成11年4月16日 (1999.4.16)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 下浦 弘

大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

(72) 発明者 天目 健二

大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外2名)

Fターム(参考) 5H180 AA01 BB04 CC04 CC18 DD02

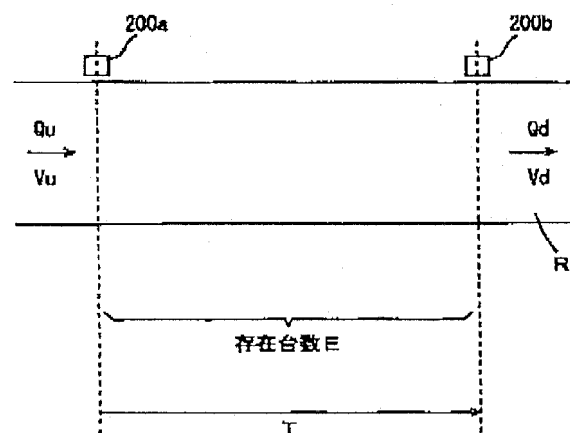
EE02 EE07

(54) 【発明の名称】 交通情報管理装置および交通情報管理方法

(57) 【要約】

【課題】 精度よくかつ効率的に上流地点と下流地点との間における車両の存在台数を計測することができる交通情報管理装置を提供する。

【解決手段】 交通情報管理装置は、道路の上流地点と下流地点とのそれぞれに設けられた交通情報収集装置200a、200bを備える。交通情報収集装置は上流地点および下流地点で通過する車両の特徴量および交通量および車両の速度を求める。車両の特徴量に基づいて、マッチングが行なわれることで、車両が上流地点から下流地点まで走行するのに要した時間が計測される。その計測された時間と交通量に基づいて、カルマンフィルタによる処理で上流地点と下流地点との間の車両の存在台数が推定される。



(2)

特開2000-306190

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 道路の上流地点と下流地点との間の旅行時間を測定する第1の測定手段と、前記上流地点および前記下流地点の少なくとも一方における交通量を測定する第2の測定手段と、前記上流地点および前記下流地点の少なくとも一方における交通量と前記旅行時間とから前記上流地点と前記下流地点との間の車両の存在台数を推定する推定手段とを備えた、交通情報管理装置。

【請求項2】 前記測定された旅行時間の信頼度を演算する演算手段をさらに備え、前記推定手段は、前記演算された信頼度を考慮して推定を行なう、請求項1に記載の交通情報管理装置。

【請求項3】 前記演算手段は、旅行時間の分散に基づいて信頼度を演算し、カルマンフィルタを用いることにより存在台数推定の精度を向上させる、請求項2に記載の交通情報管理装置。

【請求項4】 前記第1の測定手段は、ナンバープレートマッチングにより前記旅行時間を測定する、請求項1から3のいずれかに記載の交通情報管理装置。

【請求項5】 前記第1の測定手段は、アップリンク情報により前記旅行時間を測定する、請求項1から3のいずれかに記載の交通情報管理装置。

【請求項6】 道路の上流地点に設置され、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第1の収集手段と、

道路の下流地点に設置され、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第2の収集手段と、

前記上流地点と前記下流地点との間の旅行時間であると推定される基準時間を取得する取得手段と、

前記取得された基準時間および前記第1の収集手段で収集された車両の通過時刻に基づいて、前記上流地点を通過した車両が前記下流地点へ到達する時刻を予測する予測手段と、

前記第2の収集手段により収集された特徴量の前記第1の収集手段で収集された特徴量からのずれと、前記第2の収集手段により収集された車両の通過時刻の前記予測された時刻からのずれとに基づいて、前記第1の収集手段により収集された一群の車両の情報と、前記第2の収集手段により収集された一群の車両の情報とのマッチングを行なうマッチング手段と、

前記マッチングの結果に基づき、前記上流地点と前記下流地点との間の旅行時間を算出する算出手段と、

前記第1および第2の収集手段の少なくとも一方により収集された交通量と、前記算出された旅行時間とから前記上流地点と前記下流地点との間の車両の存在台数を推定する推定手段とを備えた、交通情報管理装置。

【請求項7】 前記第1および第2の収集手段のそれぞれは、

2

ループ式センサと、

前記センサの出力に基づいて前記車両の車長を特徴量として識別する識別手段とを含む、請求項6に記載の交通情報管理装置。

【請求項8】 前記第1および第2の収集手段のそれぞれは、超音波式センサを含む、請求項6に記載の交通情報管理装置。

【請求項9】 前記第1および第2の収集手段のそれぞれは、車両の走行音を収集するセンサを含む、請求項6に記載の交通情報管理装置。

【請求項10】 前記第1および第2の収集手段のそれぞれは、

車両の画像を得るカメラと、

前記画像から、車幅、車高、車長、車色、輝度および模様の一群の中から単数または複数選択される特徴量を抽出する画像処理装置を含む、請求項6に記載の交通情報管理装置。

【請求項11】 前記第1および第2の収集手段のそれぞれは、光型車両感知器を含む、請求項6に記載の交通情報管理装置。

【請求項12】 前記第1および第2の収集手段のそれぞれは、マイクロ波型車両感知器を含む、請求項6に記載の交通情報管理装置。

【請求項13】 前記第1および第2の収集手段は複数種類の特徴量を収集し、

前記マッチング手段は前記複数種類の特徴量の重み付けを行なうことでマッチングを行う、請求項6から12のいずれかに記載の交通情報管理装置。

【請求項14】 前記マッチング手段は、車両の台数それぞれを判定することで、前記第2の収集手段により収集された車両の通過時刻の前記予測された時刻からのずれを判定する、請求項6から13のいずれかに記載の交通情報管理装置。

【請求項15】 前記マッチング手段は、特定の基準を満たす車両の特徴量およびその車両の通過時刻のみをマッチングに利用する、請求項6から14のいずれかに記載の交通情報管理装置。

【請求項16】 前記第1および第2の収集手段は、特定の基準を満たす車両の特徴量およびその車両の通過時刻のみを収集する、請求項6から14のいずれかに記載の交通情報管理装置。

【請求項17】 前記算出手段により算出された旅行時間の信頼度を算出する信頼度算出手段をさらに備えた、請求項6から16のいずれかに記載の交通情報管理装置。

【請求項18】 前記信頼度算出手段は、旅行時間の分散に基づいて信頼度を演算し、カルマンフィルタを用いることにより存在台数推定の精度を向上させる、請求項17に記載の交通情報管理装置。

50 【請求項19】 前記推定手段は、前記演算された信頼

(3)

特開2000-306190

3

度を考慮して推定を行なう、請求項18に記載の交通情報管理装置。

【請求項20】 道路の上流地点に設置され、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第1の収集手段と、

道路の下流地点に設置され、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第2の収集手段と、

前記第1の収集手段により収集された車両の特徴量と前記第2の収集手段により収集された車両の特徴量とのずれ、および、前記第1の収集手段により収集された車両の通過時刻と、前記第2の収集手段により収集された車両の通過時刻と、これら両地点間の推定旅行時間となる基準時間とに基づいて、前記第1の収集手段により収集された一群の車両情報と、前記第2の収集手段により収集された一群の車両情報とのマッチングを行なうマッチング手段と、

前記マッチングの結果に基づき、前記上流地点と前記下流地点との間の旅行時間を算出する算出手段と、

前記第1および第2の収集手段の少なくとも一方により収集された交通量と、前記算出された旅行時間とから前記上流地点と前記下流地点との間の車両の存在台数を推定する推定手段とを備えた、交通情報管理装置。

【請求項21】 道路の上流地点において、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第1の収集ステップと、

道路の下流地点において、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第2の収集ステップと、

前記上流地点と前記下流地点との間の旅行時間であると推定される基準時間を取得する取得ステップと、

前記取得された基準時間および前記第1の収集ステップで収集された車両の通過時刻に基づいて、前記上流地点を通過した車両が前記下流地点へ到達する時刻を予測する予測ステップと、

前記第2の収集ステップにより収集された特徴量の前記第1の収集ステップで収集された特徴量からのずれと、前記第2の収集ステップにより収集された車両の通過時刻の前記予測された時刻からのずれとに基づいて、前記第1の収集ステップにより収集された一群の車両の情報と、前記第2の収集ステップにより収集された一群の車両の情報とのマッチングを行なうマッチングステップと、

前記マッチングの結果に基づき、前記上流地点と前記下流地点との間の旅行時間を算出する算出ステップと、

前記第1および第2の収集ステップの少なくとも一方により収集された交通量と、前記算出された旅行時間とから前記上流地点と前記下流地点との間の車両の存在台数を推定する推定ステップとを備えた、交通情報管理方法。

4

【請求項22】 道路の上流地点において、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第1の収集ステップと、

道路の下流地点において、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第2の収集ステップと、

前記第1の収集ステップにより収集された車両の特徴量と前記第2の収集ステップにより収集された車両の特徴量とのずれ、および、前記第1の収集ステップにより収集された車両の通過時刻と、前記第2の収集ステップにより収集された車両の通過時刻と、これら両地点間の推定旅行時間となる基準時間とに基づいて、前記第1の収集ステップにより収集された一群の車両情報と、前記第2の収集ステップにより収集された一群の車両情報とのマッチングを行なうマッチングステップと、

前記マッチングの結果に基づき、前記上流地点と前記下流地点との間の旅行時間を算出する算出ステップと、

前記第1および第2の収集ステップの少なくとも一方により収集された交通量と、前記算出された旅行時間とから前記上流地点と前記下流地点との間の車両の存在台数を推定する推定ステップとを備えた、交通情報管理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は交通情報管理装置および方法に関し、特に道路の上流地点と下流地点とで通過する車両の特徴量を収集し、収集された一群の車両の特徴量のマッチングを行なうことで、上流地点と下流地点との間の旅行時間を算出し、その結果に基づいて上流地点と下流地点との間の車両の存在台数を推定する交通情報管理装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、道路の一地点に設けられた車両感知器により、車両が単位時間中に通過した数 Q [台/h]と、車両の速度 V [km/h]とを求めて、 Q/V により、車両の密度 K [台/km]を求めることが行なわれている。

【0003】この密度に道路の長さ[km]を掛けることで、その道路における車両の存在台数を求めることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、そのようにして求められた車両の存在台数は、道路の一点に設けられた車両感知器により得られた情報に基づいているため、信頼性が低いという問題があった。

【0005】そこでこの発明は信頼性の高い車両の存在台数を求めることができる交通情報管理装置を提供することを目的としている。

【0006】

50 【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため

(4)

特開2000-306190

5

この発明のある局面に従うと、交通情報管理装置は、道路の上流地点と下流地点との間の旅行時間を測定する第1の測定手段と、上流地点および下流地点の少なくとも一方における交通量を測定する第2の測定手段と、上流地点および下流地点の少なくとも一方における交通量と旅行時間とから上流地点と下流地点との間の車両の存在台数を推定する推定手段とを備える。

【0007】この発明によると交通量と旅行時間とから車両の存在台数が推定されるため、信頼性の高い車両の存在台数を求めることができる交通情報管理装置を提供することが可能となる。

【0008】好ましくは交通情報管理装置は、測定された旅行時間の信頼度を演算する演算手段をさらに備え、推定手段は、演算された信頼度を考慮して推定を行なう。

【0009】この発明によると信頼度を考慮した推定が可能となるため、より信頼性が高い車両の存在台数を求めることができる交通情報管理装置を提供することが可能となる。

【0010】さらに好ましくは演算手段は、旅行時間の分散に基づいて信頼度を演算し、交通情報管理装置はカルマンフィルタを用いることにより存在台数推定の精度を向上させる。

【0011】この発明によると、旅行時間の分散とカルマンフィルタとが用いられることにより、より信頼性の高い車両の存在台数を求めることができる交通情報管理装置を提供することが可能となる。

【0012】好ましくは第1の測定手段は、ナンバープレートマッチングにより旅行時間を測定する。

【0013】このようにナンバープレートマッチングにより旅行時間を測定するようにすると、より正確な旅行時間を算出することができ、より信頼性の高い車両の存在台数を求めることができる交通情報管理装置を提供することが可能となる。

【0014】好ましくは第1の測定手段は、アップリンク情報により旅行時間を測定する。このようにアップリンク情報により旅行時間を測定するようにすると、より正確な旅行時間を測定することができ、より信頼性の高い車両の存在台数を求めることができる交通情報管理装置を提供することが可能となる。

【0015】この発明の他の局面に従うと、交通情報管理装置は道路の上流地点に設置され、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第1の収集手段と、道路の下流地点に設置され、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第2の収集手段と、上流地点と下流地点との間の旅行時間であると推定される基準時間を取得する取得手段と、取得された基準時間および第1の収集手段で収集された車両の通過時刻に基づいて、上流地点を通過した車両が下流地点へ到達する時刻を予測する予測手段と、第

6

2の収集手段により収集された特徴量の第1の収集手段で収集された特徴量からのずれと、第2の収集手段により収集された車両の通過時刻の予測された時刻からのずれとに基づいて、第1の収集手段により収集された一群の車両の情報と、第2の収集手段により収集された一群の車両の情報とのマッチングを行なうマッチング手段と、マッチングの結果に基づき、上流地点と下流地点との間の旅行時間を算出する算出手段と、第1および第2の収集手段の少なくとも一方により収集された交通量と、算出された旅行時間とから上流地点と下流地点との間の車両の存在台数を推定する推定手段とを備える。

【0016】この発明によるとマッチングの結果に基づき、上流地点と下流地点との間の旅行時間が算出されるため、精度よくかつ効率的に上流地点と下流地点との間における車両の旅行時間の算出を行なうことができ、その結果に基づいて信頼性の高い車両の存在台数を求めることができる交通情報管理装置を提供することが可能となる。

【0017】好ましくは、第1および第2の収集手段のそれぞれは、ループ式センサと、センサの出力に基づいて車両の車長を特徴量として識別する識別手段とを含む。

【0018】このようにループ式センサを収集手段に採用すると、車両の特徴量の収集が容易となる。

【0019】好ましくは、第1および第2の収集手段のそれぞれは、超音波式センサを含む。

【0020】このように収集手段として超音波式センサを採用すると、特徴量の収集が容易となる。

【0021】好ましくは、第1および第2の収集手段のそれぞれは、車両の走行音を収集するセンサを含む。

【0022】このようにして、収集手段として走行音を収集するセンサを採用すると、特徴量の収集が容易となる。

【0023】好ましくは、第1および第2の収集手段のそれぞれは、車両の画像を得るカメラと、画像から、車幅、車高、車長、車色、輝度および模様の一群の中から単数または複数選択される特徴量を抽出する画像処理装置を含む。

【0024】このように収集手段としてカメラを採用することとすると、特徴量の収集が容易となる。

【0025】好ましくは、第1および第2の収集手段のそれぞれは、光型車両感知器を含む。

【0026】このように収集手段に光型車両感知器を採用すると、特徴量の収集が容易となる。

【0027】好ましくは、第1および第2の収集手段のそれぞれは、マイクロ波型車両感知器を含む。

【0028】このように収集手段にマイクロ波型車両感知器を採用すると、特徴量の収集が容易となる。

【0029】好ましくは、第1および第2の収集手段は複数種類の特徴量を収集し、マッチング手段は複数種類

(5)

特開2000-306190

7

の特徴量の重み付けを行なうことでマッチングを行なう。

【0030】このように、複数種類の特徴量を収集し、複数種類の特徴量の重み付けを行なうことでマッチングを行なうようにすると、より正確な旅行時間の算出が可能となる。

【0031】好ましくは、マッチング手段は、車両の台数ずれを判定することで、第2の収集手段により収集された車両の通過時刻の予測された時刻からのずれを判定する。

【0032】このように、車両の台数ずれを判定することとすると、容易にずれを判定することができる。

【0033】好ましくは、マッチング手段は、特定の基準を満たす車両の特徴量およびその車両の通過時刻のみをマッチングに利用する。

【0034】このように、特定の基準を満たす車両の特徴量およびその車両の通過時刻のみをマッチングに利用するようにすると、交通情報管理装置における処理が容易となる。

【0035】好ましくは、第1および第2の収集手段は、特定の基準を満たす車両の特徴量およびその車両の通過時刻のみを収集する。

【0036】このように、特定の基準を満たす車両の特徴量およびその車両の通過時刻のみを収集するようにすると、交通情報管理装置における処理が容易となる。

【0037】好ましくは交通情報管理装置は、算出手段により算出された旅行時間の信頼度を算出する信頼度算出手段をさらに備える。

【0038】このように信頼度を算出するようにすると、旅行時間の評価が容易になる。好ましくは信頼度算出手段は、旅行時間の分散に基づいて信頼度を演算し、カルマンフィルタを用いることにより存在台数推定の精度を向上させる。

【0039】このように旅行時間の分散とカルマンフィルタとを用いることにより、より正確な存在台数の推定が可能となる。

【0040】好ましくは推定手段は、演算された信頼度を考慮して推定を行なう。このように演算された信頼度を考慮して推定を行なうようにすると、より正確な存在台数の推定が可能となる。

【0041】この発明の他の局面に従うと交通情報管理装置は、道路の上流地点に設置され、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第1の収集手段と、道路の下流地点に設置され、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第2の収集手段と、第1の収集手段により収集された車両の特徴量と第2の収集手段により収集された車両の特徴量とのずれ、および、第1の収集手段により収集された車両の通過時刻と、第2の収集手段により収集された車両の通過時刻と、これら両地点間の推定旅行時間と

8

なる基準時間とに基づいて、第1の収集手段により収集された一群の車両情報と、第2の収集手段により収集された一群の車両情報とのマッチングを行なうマッチング手段と、マッチングの結果に基づき、上流地点と下流地点との間の旅行時間を算出する算出手段と、第1および第2の収集手段の少なくとも一方により収集された交通量と、算出された旅行時間とから上流地点と下流地点との間の車両の存在台数を推定する推定手段とを備える。

【0042】この発明によると、マッチングの結果に基づき、上流地点と下流地点との間の旅行時間が算出されるため、精度よくかつ効率的に車両の旅行時間の算出を行ない、その結果に基づいて信頼性の高い車両の存在台数を求めることができる交通情報管理装置を提供することが可能となる。

【0043】この発明の他の局面に従うと、交通情報管理方法は、道路の上流地点において、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第1の収集ステップと、道路の下流地点において、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第2の収集ステップと、上流地点と下流地点との間の旅行時間であると推定される基準時間を取得する取得ステップと、取得された基準時間および第1の収集ステップで収集された車両の通過時刻に基づいて、上流地点を通過した車両が下流地点へ到達する時刻を予測する予測ステップと、第2の収集ステップにより収集された特徴量の第1の収集ステップで収集された特徴量からのずれと、第2の収集ステップにより収集された車両の通過時刻の予測された時刻からのずれとに基づいて、第1の収集ステップにより収集された一群の車両の情報と、第2の収集ステップにより収集された一群の車両の情報とのマッチングを行なうマッチングステップと、マッチングの結果に基づき、上流地点と下流地点との間の旅行時間を算出する算出ステップと、第1および第2の収集ステップの少なくとも一方により収集された交通量と、算出された旅行時間とから上流地点と下流地点との間の車両の存在台数を推定する推定ステップとを備える。

【0044】この発明によると、精度よくかつ効率的に上流地点と下流地点との間における車両の旅行時間の算出を行ない、その結果に基づいて信頼性の高い車両の存在台数を求めることができる交通情報管理方法を提供することが可能となる。

【0045】この発明の他の局面に従うと、交通情報管理方法は、道路の上流地点において、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第1の収集ステップと、道路の下流地点において、交通量、通過する車両の特徴量およびその車両の通過時刻を収集する第2の収集ステップと、第1の収集ステップにより収集された車両の特徴量と第2の収集ステップにより収集された車両の特徴量とのずれ、および、第1の収集ステップにより収集された車両の通過時刻と、第2の収集

(6)

特開2000-306190

9

ステップにより収集された車両の通過時刻と、これら両地点間の推定旅行時間となる基準時間とに基づいて、第1の収集ステップにより収集された一群の車両情報と、第2の収集ステップにより収集された一群の車両情報とのマッチングを行なうマッチングステップと、マッチングの結果に基づき、上流地点と下流地点との間の旅行時間を算出する算出ステップと、第1および第2の収集ステップの少なくとも一方により収集された交通量と、算出された旅行時間とから上流地点と下流地点との間の車両の存在台数を推定する推定ステップとを備える。

【0046】この発明によると、精度よくかつ効率的に上流地点と下流地点との間における車両の旅行時間の算出を行ない、その結果に基づいて信頼性の高い車両の存在台数を求めることができる交通情報管理方法を提供することが可能となる。

【0047】

【発明の実施の形態】〔第1の実施の形態〕図1は、本発明の第1の実施の形態における道路交通管制システムの構成を示すブロック図である。図を参照して、道路交通管制システムは、大きくは交通管制センター100と、路上に設置された交通情報収集装置200と、路上に設置された交通情報提供装置300と、映像データや車両の特徴量を表示するCRT400と、交通情報提供装置300から情報を得て表示を行なう情報表示板500と、交通情報提供装置300から情報を得る自動車600とから構成される。

【0048】交通管制センター100は、交通情報処理やシステムの監視を行なう装置であり、交通情報処理装置と情報監視装置とから構成される。

【0049】交通情報処理装置は、交通量、速度および占有率の計測と、OD情報収集と、渋滞度、および渋滞長の計測と、疎密波解析と、突発事象検知と、暴走車両検知と、特定車両追跡と、地震検知と、旅行時間計測と、存在台数推定と、旅行時間予測と、流入制御処理と、交通流シミュレーション処理とを行なう。

【0050】情報監視装置は、システム表示板と、システム監視装置と、システム介入装置とから構成される。情報監視装置によりユーザは交通情報を得ることができる。

【0051】交通情報収集装置200は、道路の少なくとも2箇所（上流地点と下流地点）に設置される超音波式車両感知器などにより構成され、車両の特徴量を収集する。

【0052】ここで言う、上流地点と下流地点とは、図2～図4のようなものである。ここで、白い三角は上流地点、黒い三角は下流地点、矢印は車両の流れを表わす。図2は単路の場合、図3は分岐の場合、図4は交差点の場合を示す。

【0053】あるいは、分岐や交差点がある場合でも、東名高速、国道2号線、甲州街道、明治通、などのよう

10

に、路線沿いに上流地点と下流地点を設定してもよい。

【0054】交通情報提供装置300は、情報表示板500や自動車600に対し情報を提供する。

【0055】図5は、道路交通管制システムの外観を示す図である。図を参照して、交通情報収集装置は、超音波式車両感知器201a、201bと、超音波式車両感知器201a、201bからの信号を処理する一次処理装置203a、203bとから構成される。

【0056】超音波式車両感知器201a、201bは、道路Rに設けられ、道路を通過する車両Vがその位置を通過したことと、車両の高さ（車高）とを検出する。その検出信号は、一次処理装置203a、203bに入力される。一次処理装置203a、203bからは、上流地点または下流地点を車両が通過した時刻とその車両の車高とが出力され、交通管制センター100へ送られる。

【0057】なお、ここでは超音波式車両感知器201aは、超音波式車両感知器201bよりも道路の下流に設けられているものとする。超音波式車両感知器201aの設置されている地点を「下流地点」、超音波式車両感知器201bの設置されている地点を「上流地点」という。

【0058】本実施の形態においては、上流地点において一定の基準を満たした一定数（N台）の車両（この車両を注目車両と定義する。）を含む車両群を1つの車両群として、計測の対象とする。下流地点においては、この車両群を構成する車両の台数や車両の順序が変わっていると考えられるため、上流地点で得られた車両群の特徴量と、下流地点で得られた車両の特徴量とを全体として所定のマッチングの評価基準により評価することで、車両群の対応づけを行なう。

【0059】図6は、上流地点に設けられた超音波式車両感知器201bにより検出された車高（特徴量）を縦軸に示し、検出が行なわれた時刻を横軸に示したグラフである。図に示されるように、時刻の経過とともに検出された車両の特徴量が記録されている。

【0060】マッチング処理の性能を高めるために、マッチングの対象とする車両（注目車両）は比較的出现頻度の少ない特徴量を有するもの（ここでは比較的車高が高いもの）に限定している。また、本実施の形態においては注目車両としてN=10台の車両（1）～（10）を用いることとしている。10台の車両の検出は時刻tから時間Tの期間により行なわれたものとする。

【0061】図7は、下流地点に設けられた超音波式車両感知器201aにより検出された車高（特徴量）を縦軸に示し、検出が行なわれた時刻を横軸に示したグラフである。ここでの検出は、基準時刻tから行なわれるものとする。基準時刻tは、時刻tと、前回に計測された旅行時間とによって決定される。

【0062】図7に示されるように下流地点では、上流

(7)

特開2000-306190

11

地点(図6)と比較して、注目車両の順番や車両群を構成する注目車両の数が増えている。より詳しくは図6と比較して図7においては、車両(2)および(5)が検出されていない。これは、センサの検出誤差が生じたり、車両(2)および(5)が車線変更したり、他の分岐路に進んだり、停止したなどという理由によるものである。

【0063】また、下流地点においては、上流地点では検出されなかった車両(●で示される車両)が新たに検出されている。

【0064】これらの図6および図7に示されるデータに基づいてマッチングが行われ、図6の車両群(1)～(10)が下流地点まで移動する時間(旅行時間)が判定される。

【0065】たとえば、個々の車両において考えてみると、図6の時刻 t_i に上流地点を通過した車両(7)が下流地点で検出された車両のどれに該当するかは、以下のようにして判断される。

【0066】まず、以前に求められた上流地点と下流地点との間の旅行時間を、上流地点で車両の検出を開始した時刻 t_i に加えることで基準時刻 t_b を求める。次に、基準時刻 t_b に $(t_i - t_b)$ を加えることで、車両(7)に対する期待時刻(下流地点を通過するであろうと考えられる時刻)を求める。

【0067】この車両(7)に対する期待時刻の前後 $\pm t$ (t は所定の時間)の時間範囲内において所定の関数を用いて、最も車両(7)に近いと考えられる車両を決定する。ここで t は注目車両の上流地点および下流地点の間の旅行時間の特性が平均的にどの程度ばらつくかにより決定される。

【0068】車両(7)に最も近いと考えられる車両を決定するためには以下の処理が行なわれる。

【0069】まず、時刻 $(t_b + (t_i - t_b)) \pm t$ の範囲において、注目車両(ここでは図6の車両(7))に対応する候補車両を求める。これは、注目車両の特徴量に比較的近い特徴量を有する車両を候補車両とするものである。ただし、候補車両の数 m が一定値 m_0 台以上存在するような場合には、候補車両が多すぎて信頼できる対応ができないものと考え、候補車両が1台もない場合と同様に扱う。なお、ここで m_0 は、特徴量の検出誤差と注目車両の台数 N などにより決定される。

【0070】そして、それぞれの候補車両において、注目車両との特徴量のずれ(特徴量の差) x を求める。また、それぞれの候補車両が下流地点で検出された時刻の期待時刻からのずれ y を求める。

【0071】そして、 $a|x| + b|y|$ の値の最も小さい車両が、注目車両に最も近い車両であるとされ、処理が行なわれる。なお、ここで変数 a および b は所定の定数である。

【0072】1つの車両群(たとえば図6の(1)～

12

(10))に含まれる注目車両であって、候補車両が存在するもののそれぞれにおいて、 $a|x| + b|y|$ の最小値が求められ、その平均値が、その基準時刻(ここでは t_b)の評価値とされる。

【0073】ただし、候補車両のない注目車両の数が一定値 n_0 を超える場合には、その基準時刻においては車両の対応づけができないものと判定し、評価値は無量大とされる。ここで n_0 は、 N と上流地点および下流地点間の車両の流入流出の確率などによりほぼ決定される。

10 【0074】たとえば、図8を参照して、上流地点における注目車両Aに対して下流地点の車両A、Cが候補車両とされており、注目車両Cに対して下流地点の車両Cが候補車両とされており、上流地点における注目車両Dに対して下流地点の車両E、F、Gが候補車両とされており、上流地点における注目車両Eに対して下流地点の車両Eが候補車両とされている場合を想定すると、注目車両A～Eのそれぞれの候補車両の数 m は、2、0、1、3、1となる。また、候補車両のない注目車両の数は1(注目車両Bのみ)となる。また、候補車両のある注目車両の数 n は4となる。

【0075】基準時刻 t_b は、図9のI～Vに示されるように少しずつずらされ、それぞれの基準時刻において評価値が算出される。その中で最も評価値が良いものが、車両の到達した時刻と判定される。

【0076】図10～図12は交通管制センター100において行なわれる処理を示すフローチャートである。図を参照して、ステップS101においてシステムの初期設定が行なわれる。この初期設定においては、注目車両、特徴量、および処理周期などの条件設定が行なわれる。また、各種の定数などの設定が行なわれる。

30 【0077】ステップS103において、交通管制センター100は、現在の時刻を参照する。ステップS105で、参照された時刻に基づいて、現在が周期処理を開始するタイミングであるかを判定する。YESになるまで、ステップS103からの処理を繰返し行なう。

【0078】ステップS105でYESになると、ステップS107において、上流地点で得られたデータに基づき、最も新しい注目車両 N 台(ここでは $N=10$ とする)を選定する。これは具体的には、図6に示される車両(1)～(10)を選定するものである。

40 【0079】ステップS109において、注目車両(1)～(10)のそれぞれの通過時刻と特徴量とを検出し、設定する。ステップS111で、基準時刻を順次ずらし、下流地点で得られたデータとのマッチングを開始する。たとえば、この基準時刻は初期状態においては図7に示される基準時刻 t_b であるものとする。

【0080】ステップS113で選定された注目車両を順次参照する。ステップS115で各注目車両の下流地点での通過の期待時刻を算出する。ステップS117で期待時刻の周辺($\pm t_0$)を探索し、その注目車両に対し

50

(8)

特開2000-306190

13

する候補車両を調査する。ステップS119で候補車両が存在するかが判定され、YESであればステップS121へ進み、NOであればステップS113に戻り次の注目車両の処理を行なう。

【0081】ステップS121において、候補車両が一定数以上であるかが判定され、YESであればステップS113へ戻り、NOであればステップS123へ進む。

【0082】ステップS123において、各候補車両ごとに注目車両からの特徴量のずれ量 x と期待時刻からのずれ y とを記録する。次に、ステップS125で候補車両ごとに $a|x|+b|y|$ の式により評価値を算出し記録する。

【0083】ステップS127で、各候補車両ごとに得られた評価値の最小値を累計評価値に累計する。ステップS129で、すべての注目車両について処理が終了したかが判定され、NOであれば、ステップS113へ戻り次の注目車両の処理を開始する。YESであれば、ステップS131へ進む。

【0084】ステップS131で、上流地点と下流地点とで対応のついた注目車両（候補車両のある注目車両）の数 n を参照する。ステップS133でその数が一定値 n_0 以下であるかが判定され、YESであればステップS157で評価値を無限大とする。また、NOであれば、ステップS135で累計評価値を対応のついた注目車両の数 n で割る。そして、ステップS137で無限大とされた評価値または累計評価値を対応のついた注目車両の数 n で割った値がその基準時刻における評価値として記録される。

【0085】ステップS139で調査を行なうすべての基準時刻について処理が終了したかが判定され、NOであればステップS111へ戻り、次の基準時刻におけるマッチングが開始される。YESであれば、ステップS141へ進む。

【0086】ステップS141において、記録した基準時刻ごとの評価値を参照する。ステップS143で評価値が急に小さくなる時間帯があるかをチェックする。ステップS145で評価値が急に小さくなる時間帯があると判定されたのであれば、ステップS147へ進む。ステップS145でNOであれば、ステップS151へ進み、前の処理周期までに計測された旅行時間の時系列データを参照する。ステップS153で計測された旅行時間の変化の傾向を把握し、この周期における旅行時間を推定する。ステップS155で推定された旅行時間を当該周期の旅行時間として、処理を終了する。

【0087】ステップS147では、評価値が急に小さくなる時間帯が1箇所のみであるかが判定され、NOであればステップS151へ進む。YESであれば、ステップS149で、評価値が最小となる基準時刻から当該周期の旅行時間を決定し、処理を終了する。

14

【0088】なお、ステップS143およびS145での判定は、得られた基準時刻ごとの評価値から、車両が通過した可能性のある時間帯（複数の基準時刻）を選定するものである。この場合、この可能性のある時間帯の評価値が、すべての時間帯と比較して十分に小さい必要がある。もしも十分に小さくないのであれば、この注目車両列に対してはマッチングが不能であり、旅行時間の計測ができないものとして、前の周期までの旅行時間のデータに基づき当該周期の旅行時間を求めるのである（S151～S155）。

【0089】本実施の形態においては、このようにして得られた可能性のある時間帯内で最も評価値の良い基準時刻を選定し、その基準時刻に基づき旅行時間を決定するものである（S149）。

【0090】たとえば、図13を参照して基準時刻をずらしていったときに、ある特定の時間帯における評価値が他の時間帯に比較してスティープに十分小さくなっている（急な谷ができてい）ことがマッチングで得られた基準時刻を採用する条件である。

【0091】これに対し図14で示されるように評価値の十分小さい時間帯がない場合（A）や、複数の同レベルの谷がある場合（B）には、当該周期処理だけでの計測は不十分であると判断し、それまでに時系列的に計測した旅行時間などを総合評価することで、この周期における旅行時間を決定するものである。

【0092】以上のように、本実施の形態においてはマッチングの評価基準に関与するデータとして、以下のデータが用いられる。

【0093】（1） 個々の注目車両と、これに対応する候補車両との比較に関するデータ

- ① 特徴量のずれ（ x ）
- ② 期待時刻からのずれ（ y ）
- ③ 候補車両の数（ m 台）

（2） 注目車両列を考慮したデータ

① 対応する候補車両が存在する注目車両の数（ n 台）
なお、上述のデータに基づいて、以下の式（1）で示される関数により各基準時刻ごとの評価値を求めるようにしてもよい。

【0094】

【数1】

$$\sum \left\{ \min(a|x|+b|y|) \right\} / n \quad \dots (1)$$

【0095】なお、式（1）において、 Σ は注目車両における総計を求めるための処理であり、 \min は候補車両間の評価値を比較するための処理である。

【0096】または、上述の式（1）に代えて、下記の式（2）を用いてもよい。

【0097】

【数2】

(9)

特開2000-306190

$$\sum \left\{ \min(ax^2 + by^2) \right\} / n \quad \dots(2)$$

【0098】なお、式(2)において、a、bは各変数間の数値の調整を行なうための定数である。

【0099】[第2の実施の形態] 第2の実施の形態における道路交通管制システムの構成は、第1の実施の形態と同じであるためここでの説明は繰返さない。第2の実施の形態における道路交通管制システムでは、注目車両の順位変化を考慮し、より詳細なマッチングを行なうことを特徴としている。すなわち、第2の実施の形態における道路交通管制システムにおいてはマッチングに用いるデータとして、以下に述べるデータが用いられる。

【0100】(1) 個々の注目車両とこれに対応する候補車両との比較に関するデータ

① 特徴量のずれ(x)

② 期待時刻からのずれ(y)

(2) 注目車両列を考慮したデータ

① 対応する候補車両が存在する注目車両の数(n台)

② 注目車両間の時刻ずれまたは、車両台数のずれ(y₂)

③ 注目車両の順位変化(z)

図15は、注目車両の順位変化を説明するための図である。図において、A～Fは注目車両を、○は注目車両でない車両を示している。上流地点において、注目車両A～Fのそれぞれの順位は1番目～6番目であったとする。

【0101】下流地点においては注目車両Bが検出されず、注目車両A、D、C、E、Fの順に検出が行なわれ*

$$\sum (a|x| + b|y| + c|z|) / n + \sum (d|y_2|) / (n-1) \quad \dots(3)$$

\sum : 注目車両の総計

\sum : 注目車両間の総計

$$\sum \left\{ \min(ax^2 + by^2 + cz^2) \right\} / n + \sum (dy_2^2) / (n-1) \quad \dots(4)$$

【0108】なお、式(3)および(4)において、変数a、b、c、dは各変数間の数値の調整を行なうための定数である。

【0109】ステップS263において、すべての候補車両について処理が終了したかが判定され、NOであればステップS259へ進み、YESであればステップS265へ進む。

【0110】ステップS265において、すべての調査すべき基準時刻について処理が終了したかが判定され、NOであればステップS257へ戻り、YESであればステップS267へ進む。

16

* たものとする。すなわち、注目車両A、C、D、E、Fのそれぞれの順位は、1、3、2、4、5となる。これにより、注目車両の順位変化Zは、A、C、D、E、Fのそれぞれで、0、0、2、1、1となる。

【0102】図16～図18は、第2の実施の形態における道路交通管制システムが行なう処理を示すフローチャートである。以下にこのフローチャートが図10～図12に示されるフローチャートと異なる点について説明する。

【0103】まず、図16の注目車両の通過時刻と特徴量との設定処理(S209)の後に注目車両間の車両台数を判定し設定する処理(S210)が行なわれる。これは、具体的には注目車両間の時刻のずれ(y₂)を求めるために行なうものである。

【0104】また、図18のステップS247で1箇所のみ評価値が急に小さくなる時間帯があると判定されたときに、ステップS257からの処理が行なわれる。これは、評価値が急に小さくなると判定された時間帯において、基準時刻を順次ずらしながらより詳細なマッチングを行なうものである。

【0105】ステップS257で基準時刻をずらしながらマッチングを開始する処理が行なわれる。ステップS259で、各注目車両および各候補車両のデータを読み出す。

【0106】ステップS261で以下の式(3)または(4)によりその基準時刻における評価値を算出する処理が行なわれる。

【0107】

【数3】

【0111】ステップS267において、評価値が最小の基準時刻から、当該周期の旅行時間が決定される。

【0112】このように本実施の形態においては、評価値が急に小さくなる時間帯についてさらに詳細にマッチングが行なわれるため、より正確な旅行時間の決定が可能となる。

【0113】なお、本実施の形態においては、評価値が急に小さくなる時間帯のみにおいて詳細なマッチングを行なうこととしたが、すべての基準時刻において詳細なマッチングを行なってもよい。

【0114】[第3の実施の形態] 図19は本発明の第

(10)

特開2000-306190

17

3の実施の形態における道路交通管制システムの構成を示す図である。図を参照して、本実施の形態においては、交通情報収集装置200が道路に設けられたループ式車両感知器(コイル)231a, 231b, 233a, 233bから構成される。

【0115】この実施の形態においては、ループ式車両感知器により上流地点と下流地点において車両の通過時刻が求められる。また、車両の特徴量として車速と車長とが求められる。

【0116】たとえば、ループ式車両感知器233aまたは233bを第1ループ、ループ式車両感知器231aまたは231bを第2ループとすると、車両が上流地点または下流地点を通過したときには、図20に示されるパルスが第1または第2ループで発生する。

【0117】時刻 t_1 は第1ループのパルスの立上がり*

$$v = l_1 / (t_2 - t_1)$$

$$l_v = \{v(t_2 - t_1) - r_1\} / 2$$

の関係が成り立つ。これにより、車両の特徴量として車速と車長とを求めることができる。そして、第1および第2の実施の形態と同様に、旅行時間を求めることができる。

【0120】なお、本実施の形態においては複数の特徴量をマッチングに用いているため、特徴量のずれ(x)の値としてベクトルを用いる必要がある。また、式(2)に代えて以下の式(9)を、式(4)に代えて式(10)を用いるようにするとよい。

【0121】

【数4】

$$\sum \left\{ \min(ax^T x + by^2) \right\} / n \quad \dots (9)$$

$$\sum \left\{ \min(ax^T x + by^2 + cz^2) \right\} / n + \sum (dy_1^2) / (n-1) \quad \dots (10)$$

【0122】なお、これらの式において x^T は、ベクトルxの転置を示す。

【実際のフィールドデータの例】以下に、参考のために特徴量として車長のみを選定したときの、上流地点と下流地点における実際に得られたフィールドデータの例を示す。

【0123】図22は、上流地点(首都高速道路3号線渋谷ランプ手前)における特徴量の検出結果と時刻との関係を示すグラフであり、図23は下流地点(首都高速道路3号線六本木)における特徴量と時刻との関係を示すグラフである。これらの上流地点と下流地点との間には渋谷オンランプ、渋谷オフランプ、および高樹町オンランプが存在する。また、このデータは平日の重渋滞時の走行車線から得られたものであり、大型トラックのデータも多い。また、上流地点と下流地点の間の距離は4km弱である。

18

* 点、時刻 t_1 は立下がり点を示している。また、時刻 t_2 は第2ループのパルスの立上がり点を、時刻 t_3 は立下がり点を示している。

【0118】これらの時刻 $t_1 \sim t_4$ は車両が図21に示されるような位置にあることを示している。すなわち、時刻 t_1 は車両Vが第1ループに差しかった時点を示し、時刻 t_2 は車両Vが第1ループを通り過ぎた時点を示す。また、時刻 t_3 は車両Vが第2ループに差しかった時点を示し、時刻 t_4 は車両Vが第2ループを通り過ぎた時点を示す。

【0119】ここで、ループ式車両感知器の直径を r_1 とし、車両の長さを l とし、第1および第2ループ式車両感知器の間の距離を l_1 とし、車両Vの速度を v とすると、

$$\dots (7)$$

$$\dots (8)$$

【0124】図を参照してわかるように、一見して車長の長い車両(大型車両)のパターンマッチングが容易であることがわかる。また、この場合には、特徴量の検出精度が多少悪くても、高精度で旅行時間の計測を行なうことができるであろうと考えられる。

【0125】元々都市内の高速道路においては、大型車は分岐部や一般道に降りるオフランプ以外では、車線変更が少なく、他の大型車を追い越す確率も少ない。また、重渋滞時には、特に車線変更が少ないと考えられるため、場所が同じであるならば大型車による検出を行なった方が旅行時間の計測精度が向上すると考えられる。

【0126】また、高速道路の分岐部の手前や、流出交通量の多いオフランプの手前、流入交通量の多いオンランプの手前では、車線変更が多く交通が乱れるため、計測地点としては好ましくない。また、休日は大型車の走行確率がかなり低いため、計測を行なうには好ましくない。この場合には、計測単位を長くすることも考えられるが、車両の特徴量の検出精度が良ければ、または採用する特徴量の種類を複数にすればこのような計測条件が悪い場合でも、十分に旅行時間を検出することが可能となるかもしれない。

【0127】都市間高速道路における計測では、上流地点および下流地点の間の距離が長くなると考えられ(数km~10km程度)、注目車両の構成が変化しやすくなると考えられる。しかしながら、都市間高速道路においては、流入出部は高々1つずつであり、その流入出の確率もそれほど高くないと考えられること、および大型車の走行確率が非常に高いことから、上述のように大型車の走行特性を考慮したロジックを採用すれば問題なく旅行時間が計測できるものであると考えられる。

【0128】ただし、交通量が多くなり、走行車線または追越し車線で渋滞が始まり出した時間帯では、一般的には車両の車線変更が多くなり、大型車両がどの程度こ

(11)

特開2000-306190

19

20

れに寄与するかが旅行時間の検出精度に多少影響する。ただし、大型車は普通車以上に自分の走行する車線を維持し、車線変更してもすぐに元の車線に戻ろうとする傾向があると考えられるため、大型車を用いた検出を行なうことが旅行時間の検出精度を高める上で好都合である。

【0129】また、普通道路に対しては、一般的には上流地点と下流地点との間（2 km程度を想定）における車両の流入流出が多い。したがって、大型車がどの程度右左折せずに直線的に走行するかという走行特性の分布と、マッチング確率の限界条件とが計測精度に関連する。

【0130】【第4の実施の形態】図24は、本発明の第4の実施の形態における道路交通管制システムの構成を示す図である。図を参照して、本実施の形態においては交通情報収集装置200が、道路に設けられたカメラ251a、251bから構成される。

【0131】この実施の形態においては、カメラ251a、251bにより上流地点と下流地点において車両の通過時刻が求められる。また、車両の特徴量として車長、車幅、車高、車速、車両の色、その他のデータが求められる。

【0132】これらの複数の特徴量またはその中の単一の特徴量に基づいて、第1の実施の形態および第2の実施の形態と同様に車両群のマッチングが行なわれ、旅行時間が決定される。

【0133】【第5の実施の形態】図25は、本発明の第5の実施の形態における道路交通管制システムの構成を示すブロック図である。図を参照して、本実施の形態においては図1に示される道路交通管制システムと比較して、交通情報収集装置200として音声認識装置が採用されている。

【0134】図26は、本実施の形態における道路交通管制システムの構成を示す図である。図を参照して、交通情報収集装置200は道路Rに設けられたマイク271a、271bとマイクからの音声処理する一次処理装置（音声認識装置）272a、272bとから構成される。マイク271a、271bによる音声から上流地点と下流地点において車両の通過時刻が求められる。また、車両の特徴量として車両が通行したときの音声

【0135】交通管制センター100においては、車両の走行音（エンジン音、風切り音、タイヤ音など）から周波数特性（周波数スペクトル）を認識し、その周波数特性を特徴量としてマッチングを行なう。

【0136】本実施の形態においては車両が走行するときの音声によりマッチングを行なうことができるため、精度よくかつ効率的に旅行時間を算出することができる。

【0137】【第6の実施の形態】第6の実施の形態に

における道路交通管制システムの外観は、図5と同様である。本実施の形態においては、図5の超音波式車両感知器201a、201bに代えて、光型車両感知器が用いられる。光型車両感知器により、上流地点と下流地点とにおける車両の通過時刻が求められる。

【0138】また、車両の特徴量として、車高が求められる。この特徴量に基づいてマッチングが行なわれる。

【0139】【第7の実施の形態】第7の実施の形態における道路交通管制システムの外観は、図5と同様である。本実施の形態においては、図5の超音波式車両感知器201a、201bに代えて、マイクロ波型車両感知器が用いられる。

【0140】マイクロ波型車両感知器により、上流地点と下流地点とにおける車両の通過時刻が求められる。

【0141】また、車両の特徴量として、ドップラー効果により得られた車速と、車高とを求めることができる。また、ループ式車両感知器を用いた場合と同様に、特徴量として車長を求めることもできる。すなわち、車両の先頭が車両感知器に差しかかることで、車両感知器の出力がオンになったときから、車両の後部が車両感知器を通過することで、車両感知器の出力がオフになったときまでの時間を求め、その時間と車速とから車長を求めるものである。

【0142】【第8の実施の形態】上述の実施の形態では、一群の車両の情報のマッチングを行なうことで旅行時間を算出し、それに基づき車両の存在台数を推定することとしたが、上流地点と下流地点とで車両のナンバープレートを読み取ることで、車両が上流地点から下流地点へ移動する時間（旅行時間）を算出し、それに基づいて車両の存在台数を推定することとしてもよい（ナンバープレートマッチング）。

【0143】【第9の実施の形態】また、図27に示されるように車両Vから地上システム201a、201bに送られるアップリンク情報に基づいて旅行時間を算出し、それに基づいて車両の存在台数を推定するようにしてもよい。すなわち、車両と地上システムとの間で光ビーコンなどの双方向通信ができる装置を用い、上流地点と下流地点において車両からのアップリンク情報が得られた時間を測定し、その時間差から旅行時間を算出して

【0144】【上述の実施の形態の変形例】なお、上述の実施の形態においては、上流地点の通過車両を基準にして、下流地点の通過車両とのマッチングを行なうこととしたが、これに代えて逆に、下流地点の通過車両を基準にして、上流地点の過去の通過車両とのマッチングを行なうこととしてもよい。このようにすると、車両が下流地点で検出されることを待つ必要がなくなり、リアルタイムな処理が可能となる。

【0145】また、第3および第4の実施の形態において、車長を特徴量として検出することとしたが、マッ

(12)

特開2000-306190

21

ング処理の性能を高めるため、マッチングの対象を比較的出现頻度の少ない車長を有する車両に限定すると、効率的である。具体的には、車長が一定値以上である車両（たとえば大型トラックなど）または一定値以下の車両（たとえば軽自動車など）を注目車両とするとよい。

【0146】なお、装置を起動させたときにおいては、評価の対象となる基準時刻の範囲を十分に大きくとるようにし、前周期に計測した旅行時間と、1周期に変動する旅行時間の最大値とを基準にして、評価の対象とする基準時刻の範囲を狭めるようにしてもよい。

【0147】また、評価値に基づいて、算出された旅行時間の信頼度（平均からのばらつき誤差）を算出するようにしてもよい。

【0148】さらに、旅行時間を計測する周期は、渋滞、非渋滞など、交通状態の変化に対応して変更するようにしてもよい。

【0149】また、旅行時間を計測する周期は、通過する注目車両の数の全体の車両数に対する割合で変更するようにしてもよい。

【0150】また、旅行時間を計測する周期は、上流地点と下流地点との間で計測の対象となる道路に流入する車両の数または対象道路から流出する車両の数の、対象道路を走行する車両の数に対する割合で変更するようにしてもよい。

【0151】また、旅行時間を計測する周期は、上流地点と下流地点との間の距離で変更するようにしてもよい。

【0152】さらに、第1～第5の実施の形態で説明した処理を計測の対象となる道路の車線ごとに行なうようにしてもよい。

【0153】なお、上述の道路交通管制システムにおいては、交通情報収集装置200から得られた情報を、交通管制センター100に送信し、交通管制センター100で旅行時間などの計測処理を行なうこととしたが、交通情報収集装置200の間で情報をやり取りして、交通情報収集装置200において旅行時間の計測処理などを行なってもよい。また、別途路上に設置した分散処理装置で処理を行なってもよい。

【0154】また、情報の伝送は、専用有線回線を用いてもよいし、公衆回線を用いてもよいし、無線回線を用いてもよい。

【0155】なお、複数種類の特徴量をマッチングに用いるときには、特徴量のそれぞれに重み付けを行なってもよい。

【0156】なお、実施の形態においては期待時刻からのずれをマッチングで用いたが、これに代えて、期待時刻からの車両台数のずれを用いてもよい。

【0157】また、たとえば超音波式センサと光型車両感知器とは両方とも車高を求めることができる。また、ループ式センサとマイクロ波型車両感知器とは両者とも

22

車長を求めることができる。さらに、カメラ（画像入力装置）は車高および車長を求めることができる。このように、異なるセンサでも同じ特徴量を収集することができるため、上流地点と下流地点とにおいて異なるセンサを用いても、マッチングを行なうことが可能である。

【0158】なお、算出された旅行時間の信頼度を算出するようにしてもよい。これは、マッチングが終わり、最終的に旅行時間が求められたときに、同時にその旅行時間の信頼度を求めるものである。たとえば、最終的に求められた旅行時間を T_d とし、それに対する各車両の時刻ずれ（あるいは台数ずれ）を y_i とすると、信頼度 $V(y)$ はそのばらつきに相当し、以下の式(11)で表わされる。

【0159】

【数5】

$$V(y) = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - T_d)}{n} \quad \dots (11)$$

【0160】なお、式(11)において、 n は、車両の台数を示す。式(11)で求められた信頼度が小さいほど、信頼度は高い（信頼できる）とみなされる。

【0161】[実施の形態における効果] 上述の実施の形態においては従来技術と比較して以下の有利な効果を奏する。

【0162】(1) 上流地点と下流地点との車群において各車両の曖昧な特徴量から、車両群全体としてのマッチングの評価基準を設定しているため、流入交通量や追越しが多い場合でも車両群の対応づけが可能となる。また、これにより個別の車両の一致性が確定できなくても、平均的な旅行時間という意味では高精度の計測値が得られる。

【0163】(2) 特徴量としては、大型車、小型車の車種というような大雑把な数値ではなく、アナログ的な数値で表わされる量を用いるため、測定精度の向上を図ることができる。

【0164】(3) 評価基準として、特徴量のずれおよび基準時刻からのずれを主体として考えるため、高精度な測定が可能である。

【0165】(4) マッチングの効果を高めるため、普通車の特徴量などのように出現頻度の高い車両はマッチングの対象から外しているため、精度の良い計測が可能である。

【0166】(5) 旅行時間の計測とともに、その信頼度も算出するようにすると、システムとして得られた値を利用しやすくなる。

【0167】(6) 第5の実施の形態のように画像処理装置を用いると、曖昧な特徴量を複数抽出することができる。そして全体的な車両群としてのマッチングを行なうことで、より計測精度を向上することができる。

(13)

特開2000-306190

23

24

【0168】【第10の実施の形態】以下に述べる実施の形態による道路交通管制システムは、上述の第1～第7の実施の形態により求められた上流地点と下流地点との間の旅行時間Tに基づいて、上流地点と下流地点との間に存在する車両の台数を求めることを特徴としている。また、第8および第9の実施の形態のように、ナンバープレートやアップリンクを用いて旅行時間を算出してもよい。この場合の旅行時間の信頼度は、そのばらつきとして求められる。

【0169】図28を参照して、上流地点iと下流地点i+1に感知器があり、その間の旅行時間Δtが推定できる場合、時刻t-T(t)～tの間に上流地点iを通過した台数(上流交通量 $Q_{i \rightarrow i+1}(t)$)が、時刻tにおいて区間i～i+1までに存在した車両の台数に相当する。

【0170】同様に、時刻t～t+T(t)の間に下流地点i+1を通過した台数(下流交通量 $Q_{i+1 \rightarrow i}(t)$)でも求めることができる。

【0171】すなわち、車両の台数を求めるために用いる交通量は、上流地点のものでも下流地点のものでも構わない。

【0172】図29は、本実施の形態における道路交通管制システムの構成および動作を説明するための平面図である。図を参照して、道路Rの上流地点および下流地点に交通情報収集装置200a、200bが設けられる。

【0173】なお、交通情報収集装置200a、200*

$$E(0) = (Q_u/V_u + Q_d/V_d) L / 2 \quad \dots (12)$$

または、E(0)の値として適当な値を代入してもよい。いずれにしても、存在台数は観測値に基づきフィードバックされ時刻毎に推定されていくため、ある程度時間が経てば、この初期値の情報(先験情報)は全く意味がなくなる。そこで、初期値はあまり重要ではない。

【0180】ステップS104で、時刻が参照され、所定の計測周期となったかが判定される。そして、YESとなるまで待機する。ステップS106で、上流地点および下流地点における交通量 Q_u 、 Q_d が交通情報収集装置200a、200bにより計測される。次に、ステップS108で第1～第7の実施の形態のいずれかに開示された処理により、上流地点および下流地点の間の旅行時間Tが算出される。

$$E(t) = E(t-dt) + Q_u(t-dt, t) - Q_d(t-dt, t) \quad \dots (13)$$

$$E(t) = Q_u(t-T(t), t) \quad \text{または} \quad \dots (14)$$

$$E(t-T(t)) = Q_d(t-T(t), t) \quad \dots (15)$$

比較的頻繁に、旅行時間Tとその信頼度(精度またはばらつき)を得るようにすると、存在台数に関する上述の(13)式による交通量計測誤差を含んだ動特性と、上記(14)または(15)式による信頼度を含んだ観測式とから、フィルタリング処理により、容易に車両の存

* bを含む装置構成は上述の第1～第7の実施の形態のいずれのものを用いてもよい。

【0174】交通情報収集装置200a、200bは、その地点を通過する車両の特徴量と、車両の速度 V_u 、 V_d と、車両の通過台数(交通量) Q_u 、 Q_d とを測定する。

【0175】車両の特徴量に基づいて、上流地点から下流地点までの旅行時間Tが求められる。そして、交通量 Q_u 、 Q_d および旅行時間Tから、上流地点と下流地点との間の車両の存在台数Eが求められる。

【0176】なお、上述の第1の実施の形態における交通情報収集装置200a、200bを用いると、車両の通過速度を求めることができない。このため、第1の実施の形態における交通情報収集装置200a、200bを採用したときには、車速を検出する車速検知器を上流地点と下流地点に設ける必要がある。

【0177】図30は、本実施の形態における道路交通管制システムで行なわれる処理を示すフローチャートである。図を参照して、ステップS100で、初期設定が行なわれる。ステップS102で、車両の存在台数Eの初期値であるE(0)が求められる。

【0178】初期値は、通常わからないので、たとえば上流地点と下流地点とにおける交通量 Q_u 、 Q_d と、車両の速度 V_u 、 V_d と、上流地点と下流地点との間の距離Lから、次式(12)で求めるものとする。また、そのときの分散は ∞ (非常に大きい値)としておく。

【0179】

※【0181】ステップS110において、カルマンフィルタが用いられることにより、当該時刻の車両の存在台数が推定される。

【0182】以下に、ステップS110で行なわれる車両の存在台数の推定方法について説明する。

【0183】1車線しかない道路を想定すると、その上流地点と下流地点とのそれぞれの時刻aから時刻bまでの交通量 $Q_u(a, b)$ 、 $Q_d(a, b)$ 、時刻tにおける旅行時間T(t)(下流地点に車両が到達する時刻を基準とする)、時刻tにおける上流地点と下流地点との間の車両の存在台数E(t)との間には、次の関係が成り立つ。

※【0184】

存在台数を推定することができる。

【0185】なお、本実施の形態においては車線が1車線の場合を想定したが、複数車線の場合には車線毎の車両の総計で考えればよい。

【0186】ここでフィルタリング処理にはたとえばカ

(14)

特開2000-306190

25

26

ルマンフィルタを用いることができる。すなわち、状態方程式と観測方程式とが、共に正規分布の時間的に独立かつ無相関な誤差を含んでいるとき、漸化式で、最適推*

$$x(t) = x(t-1) + u(t) + \xi(t)$$

$$y(t) = v(t) + \eta(t)$$

ここで、 $x(t)$ は、時刻 t の状態変数（推定したい変数）の真値（未知）を示す。

【0188】 $y(t)$ は、時刻 t の状態変数の観測値（既知）を示す。 $u(t)$ は、時刻 t までの何らかの既知の変数（ここでは、制御量ではない）を示す。

【0189】 $v(t)$ は、時刻 t までの何らかの既知の変数を示す。 $\xi(t)$ は、時刻 t の状態方式的の誤差

$$\underline{x}(t) = \underline{x}(t-1) + u(t) + K(t) \{y(t) - (\underline{x}(t-1) + u(t))\}$$

$$K(t) = \{M(t) + \Sigma(t-1)\}$$

$$/ \{M(t) + \Sigma(t-1) + N(t)\}$$

$$= \Sigma(t) / N(t)$$

$$\Sigma(t) = N(t) \{M(t) + \Sigma(t-1)\}$$

$$/ \{M(t) + \Sigma(t-1) + N(t)\}$$

$$\underline{x}(0) = \{\alpha N(0) + y(0) B\} / \{N(0) + B\}$$

$$\Sigma(0) = N(0) B / \{N(0) + B\} \quad \dots (17)$$

ここで、誤差の特性を、以下のように仮定する。なお、 $N(*, **)$ は、正規分布の平均値 $*$ 、分散 $**$ を示す。

【0192】 $x(0)$ の初期値： $N(\alpha, B)$

$\xi(t) : N(0, M(t))$

$\eta(t) : N(0, N(t))$

なお、 $K(t)$ は、カルマンゲインと呼ばれ、観測値の前の時刻からの予測値に対する重みである。

【0193】 以上より、存在台数の推定式 (13) ~ (15) の各式に関しては、以下のように当てはめることができる。なお、式 (14) および (15) は、どちらか1つ使用すればよいので、ここでは式 (14) を使用するものとした。

【0194】 $dt \rightarrow 1 [sec]$

$E(t) \rightarrow x(t)$

式 (14) の左辺 ($E(t)$ 観測値) $\rightarrow y(t)$

$Q_a(t-dt, t) - Q_a(t-dt, t) \rightarrow u(t)$

$Q_a(t-T(t), t) \rightarrow v(t)$

なお、誤差特性に関しては以下のように考える。

【0195】 なお、 $v(t)$ として、下流地点で計測された交通量 $Q_a(t-T(t), t)$ を用いる場合には、(14) 式のように、求めた存在台数が $T(t)$ だけずれていることを考慮しなければならない。

【0196】 上流の交通量と下流の交通量が両方観測された場合には、総じて誤差が少ないと考えられる方を用いる。それにも差がない場合には、上流の交通量を用いる。

【0197】 (1) 状態方程式の誤差： $\xi(t)$

この誤差は、各地点における交通量の計測誤差（たとえ

* 定値を求めることができる。

【0187】 状態方式的と観測方式的とがそれぞれ次のように与えられたものとする。

... (16)

※ (未知) を示す。

【0190】 $\eta(t)$ は、時刻 t の観測方式的の誤差 (未知) を示す。このとき、 ξ および η の誤差の特性を仮定すると、時刻 t の状態変数 $x(t)$ の最適推定値 $\underline{x}(t)$ と、その誤差 (分散) $\Sigma(t)$ は、次のように得られる。

※ 【0191】

ばセンサの誤差) である。初期設定時に調査によりこの誤差は設定される。または、1日の交通量の流入出の差は0であるため、0でない場合には、この誤差を各地点での計測誤差に配分してもよい。また、交通量に比例させて誤差を設定したり、調査により得られた各地点での計測の不確かさの情報を勘案して設定してもよい。

【0198】 (2) 観測方程式の誤差 $\eta(t)$

この誤差は存在台数の推定誤差である。本実施の形態においては、旅行時間から推定を行なうため、旅行時間の推定誤差をこの誤差として設定する。たとえば、得られる旅行時間の信頼度 (精度、またはばらつき、または両者の累計、たとえば標準偏差、標準偏差の係数倍、平均値からのずれの最大値など) が得られていれば、これを設定すればよい。

【0199】 たとえば精度の具体例として、旅行時間の計測対象を、特別な車両だけとした場合には、これらの車両と全体の走行車両との相関関係を予め求めておき、この誤差を考えればよい。

【0200】 またばらつきの例として、ほぼ同一時間帯に複数の旅行時間が得られる場合そのばらつきを存在台数のばらつきに変換して、これを誤差とすればよい。

【0201】 いずれにしても、誤差の設定はそれほど厳密である必要はないため、多少大きめに設定しておくのが通常の方法である。

【0202】 [第11の実施の形態] 第11の実施の形態における道路交通管制システムは、第10の実施の形態におけるそれと同様に、上流地点と下流地点との間の車両の存在台数を計測するものである。但し、本実施の形態においては道路の上流地点と下流地点に分岐路 (流

(15)

特開2000-306190

27

出部または流入部)が存在する場合の計測を行なうことを想定している。

【0203】上流地点と下流地点との間に流入部や流出部がある場合には、一樣走行などの仮定が必要となり、存在台数の推定精度がやや低下する。但し、本線(上流地点と下流地点との間)に比べて、流入部および流出部での交通量が少ない場合には、それは二次の誤差となり、全体の誤差は少ないと考えられる。

【0204】図31を参照して、本実施の形態における道路交通管制システムは、第10の実施の形態におけるシステムの構成に加えて、流出部および流入部の交通量を計測するための交通情報収集装置200c、200dを備える。交通情報収集装置200a、200bにより流出部および流入部における交通量 Q_u 、 Q_l および車両の特徴量が計測される。

【0205】また、本実施の形態において流出部から下*

$$E(t) = E(t-dt) + Q_u(t-dt, t) - Q_u(t-dt, t) + Q_l(t-dt, t) - Q_l(t-dt, t) \quad \dots (18)$$

$$E(t) = Q_u(t-T(t), t) + Q_l(t-T_l(t), t) - Q_u(t-T_u(t), t) \quad \dots (19)$$

$$E(t-T(t)) = Q_u(t-T(t), t) - Q_l(t-T(t), t-T_l(t)) + Q_u(t-T(t), t-T_u(t)) \quad \dots (20)$$

なお、式(19)、(20)における $T_l(t)$ および $T_u(t)$ は以下の式(21)および(22)によって ※ 近似することができる。

$$T_u(t) \approx T(t) \cdot L_u / L \quad \text{【0209】}$$

または

$$\approx T(t) \cdot a / (a+b)$$

$$a = L_u Q_u / V_u, \quad b = (L - L_u) Q_u / V_u$$

または

$$\approx L_u / V_u \quad (T(t) \approx (L - L_u) / V_u + L_u / V_u \text{の時}) \quad \dots (21)$$

$$T_l(t) \approx T(t) \cdot L_l / L$$

または

$$\approx T(t) \cdot a / (a+b)$$

$$a = L_l Q_l / V_l, \quad b = (L - L_l) Q_l / V_l$$

または

$$\approx L_l / V_l \quad (T(t) \approx (L - L_l) / V_l + L_l / V_l \text{の時}) \quad \dots (22)$$

本実施の形態においては、流入部および流出部を通過する車両を考慮して車両の存在台数を決定することができる。

【0210】図32は、本実施の形態における道路交通管制システムが行なう処理を示すフローチャートである。図において、ステップS200～S206は、図30におけるステップS100～S106に対応している。また、図32におけるステップS208およびS210は、図30におけるステップS108およびS110

28

* 流地点までの距離を L_u とし、流入部から下流地点までの距離を L_l とし、上流地点から下流地点までの距離を L としている。また、流出部から下流地点までの旅行時間を T_l とし、流入部から下流地点までの旅行時間を T_u とし、上流部から下流部までの旅行時間を T としている。

【0206】 T_l 、 T_u 、 T は、第1～第9の実施の形態の方法により求められる。本実施の形態においては車両の存在台数 E は、上流地点、下流地点、流入部および流出部の位置関係、または上流地点と下流地点の交通状況などと旅行時間 T とから近似して求められる。

【0207】具体的には上述の式(13)～(15)に代えて、以下の式(18)～(20)が本実施の形態では用いられる。

【0208】

0に対応している。

【0211】本実施の形態においては、ステップS206における交通量の計測の後に、ステップS207で流入部および流出部(インターチェンジ)における交通量 Q_l 、 Q_u が計測される。

【0212】また、ステップS208での処理の後に、ステップS209で流入部から下流部までの旅行時間 T_l と、流出部から下流地点までの旅行時間 T_u が第1～第7の実施の形態において述べられた処理により求められ

29

る。

【0213】ステップS210でカルマンフィルタを用いて当該時刻の車両の存在台数が推定される。

【0214】なお、第1～第7の実施の形態における交通情報収集装置を複数用いて、複数の特徴量を求めてもよい。また、特徴量を個別通信（双方向ビーコン、ETC等）により得てもよい。さらに画像データからナンバープレート、車両形状、模様、色、色バランス、車両の濃淡、濃淡バランスのうちの一つまたは複数を抽出し、これらを特徴量としてもよい。

【0215】なお、今回開示された実施の形態は全ての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における道路交通管制システムの構成を示すブロック図である。

【図2】上流地点と下流地点の具体例を示す第1の図である。

【図3】上流地点と下流地点の具体例を示す第2の図である。

【図4】上流地点と下流地点の具体例を示す第3の図である。

【図5】第1の実施の形態における道路交通管制システムの構成を示す図である。

【図6】上流地点で得られた車両群の特徴量を示す図である。

【図7】下流地点で得られた車両群の特徴量を示す図である。

【図8】上流地点および下流地点での注目車両と候補車両との関係を説明するための図である。

【図9】基準時刻のずらし方を説明するための図である。

【図10】第1の実施の形態における道路交通管制システムが行なう処理を示すフローチャートである。

【図11】図10に続くフローチャートである。

【図12】図11に続くフローチャートである。

【図13】評価値の谷が存在する場合のマッチングの結果を示す図である。

【図14】評価値を採用することができないマッチングの結果を示す図である。

(16)

特開2000-306190

30

*【図15】第2の実施の形態における道路交通管制システムの処理を説明するための図である。

【図16】第2の実施の形態における道路交通管制システムの行なう処理を示すフローチャートである。

【図17】図16に続くフローチャートである。

【図18】図17に続くフローチャートである。

【図19】本発明の第3の実施の形態における道路交通管制システムの構成を示す図である。

【図20】図19のシステムで得られるパルスを示す図である。

【図21】図20のパルスと車両の位置との関係を示す図である。

【図22】車長の実測結果（上流地点）を示す図である。

【図23】車長の実測結果（下流地点）を示す図である。

【図24】本発明の第4の実施の形態における道路交通管制システムの構成を示す図である。

【図25】本発明の第5の実施の形態における道路交通管制システムの構成を示すブロック図である。

【図26】第5の実施の形態における道路交通管制システムの構成を示す図である。

【図27】第9の実施の形態における道路交通管制システムの構成を示す図である。

【図28】旅行時間と交通量とから車両の存在台数を求める原理について説明するための図である。

【図29】第10の実施の形態における道路交通管制システムの構成を示す図である。

【図30】第10の実施の形態における道路交通管制システムの処理を示すフローチャートである。

【図31】第11の実施の形態における道路交通管制システムの構成を示す図である。

【図32】第11の実施の形態における道路交通管制システムの処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

100 交通管制センター

200 交通情報収集装置

201a, 201b 超音波式車両感知器

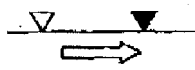
231a, 231b, 233a, 233b ループ式車両感知器

251a, 251b カメラ（画像処理装置）

271a, 271b マイク

*

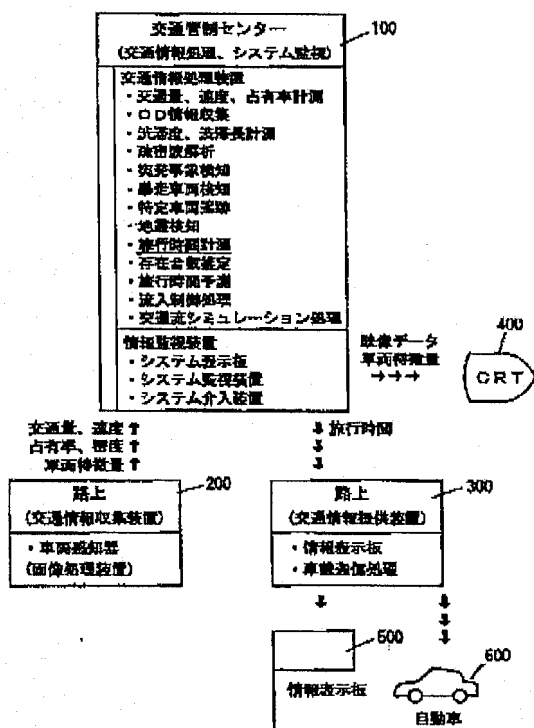
【図2】



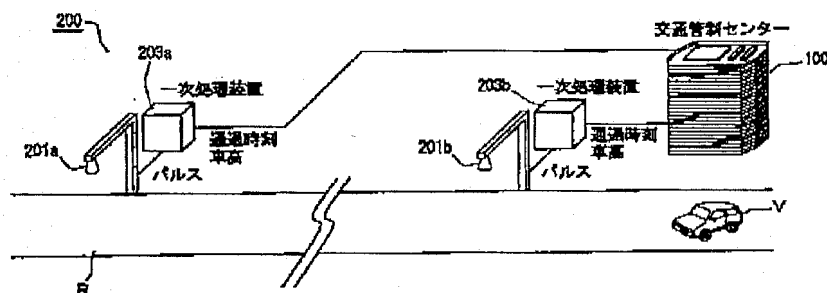
(17)

特開2000-306190

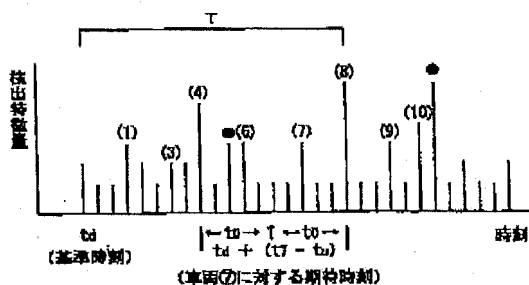
【図1】



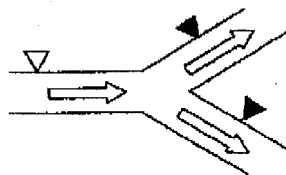
【図5】



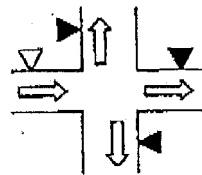
【図7】



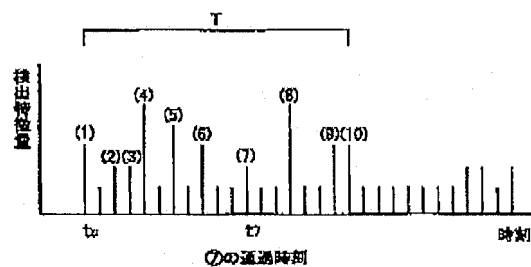
【図3】



【図4】



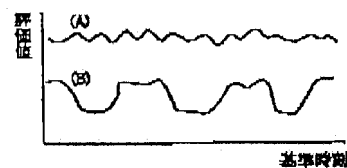
【図6】



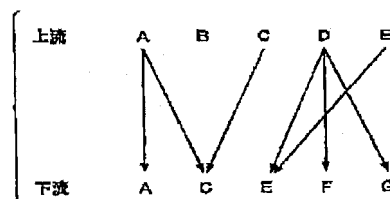
【図13】



【図14】



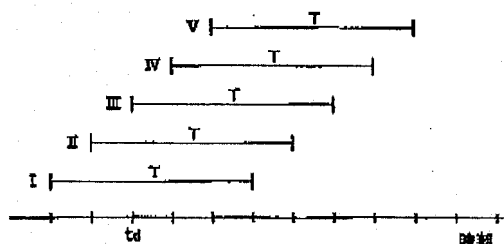
【図8】



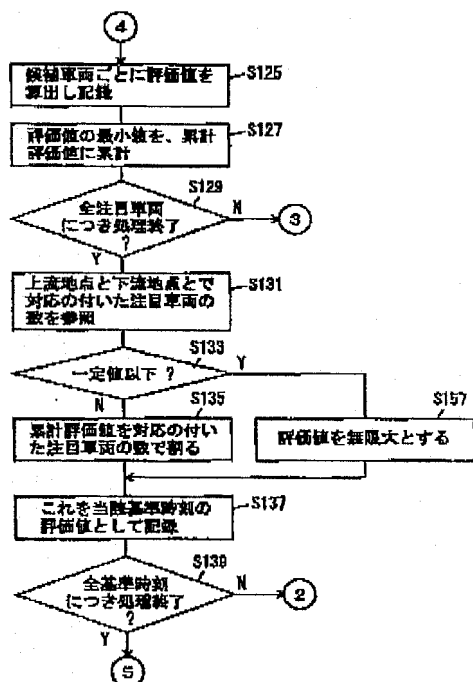
(18)

特開2000-306190

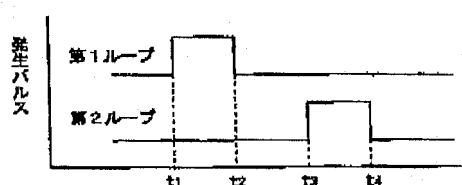
【図9】



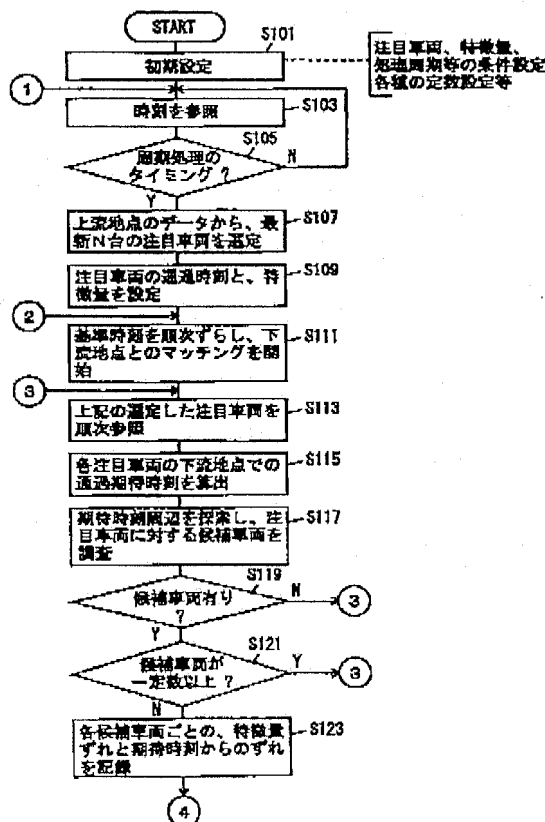
【図11】



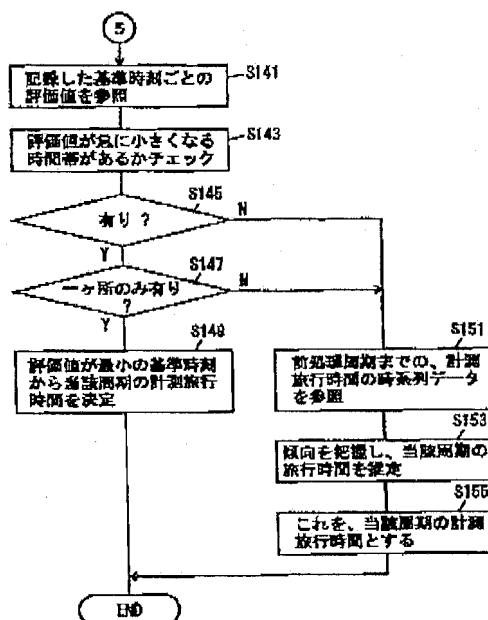
【図20】



【図10】

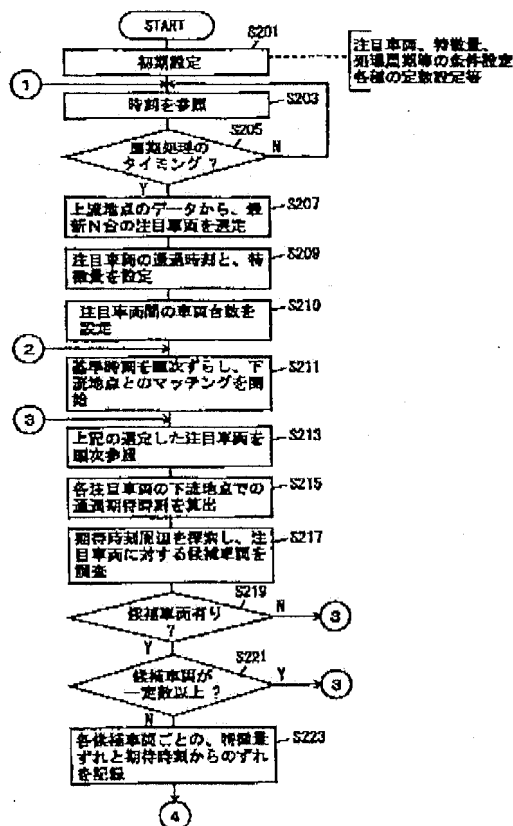


【図12】



特開2000-306190

【图 16】



```

graph TD
    4((4)) --> S225[S225  
候補車両ごとに評価値を  
算出し記録]
    S225 --> S227[S227  
評価値の最小値を、累計  
評価値に累計]
    S227 --> S229{S229  
全注目車両  
につき処理終了？}
    S229 -- N --> 3((3))
    S229 -- Y --> S231[S231  
上流地点と下流地点とで  
対応の付いた注目車両の  
数を参照]
    S231 --> S233{S233  
一定値以下？}
    S233 -- Y --> S257[S257  
評価値を無限大とする]
    S233 -- N --> S235[S235  
累計評価値を対応の付いた  
注目車両の数で割る]
    S257 --> S235
    S235 --> S237[S237  
これを当該基準時刻の  
評価値として記録]
    S237 --> S239{S239  
全基準時刻  
につき処理終了？}
    S239 -- N --> 2((2))
    S239 -- Y --> 5((5))
  
```

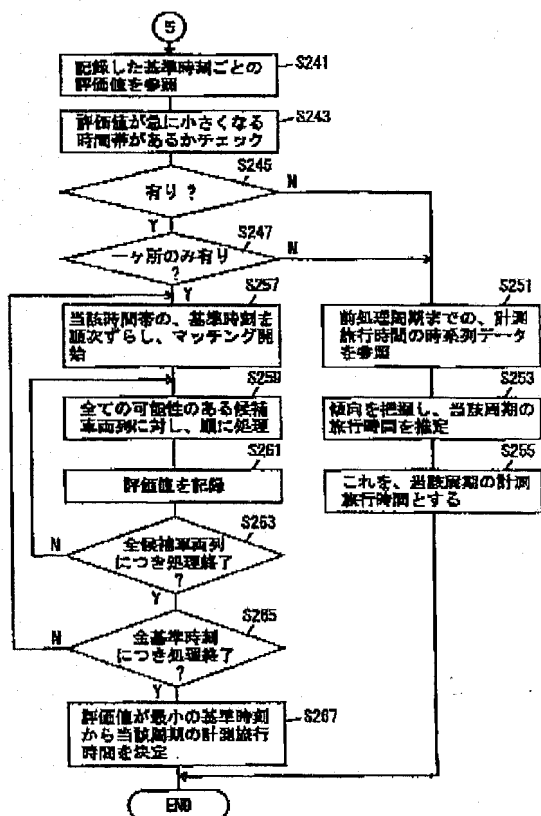
```

graph TD
    START([START]) --> S100[初期設定]
    S100 --> S102[存在台数初期値  
E(a)算出]
    S102 --> S104{計測周期?}
    S104 -- Y --> S106[上下波における  
Qu, Qd計測]
    S104 -- N --> S104
    S106 --> S108[上下波間の旅行時間  
T算出]
    S108 --> S110[カルマンフィルタで  
当該時刻の存在台数  
推定]
    S110 --> S104
  
```

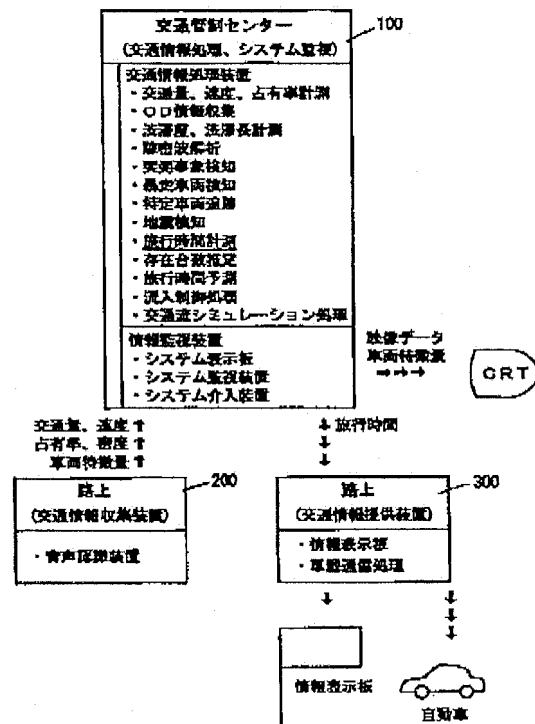
(20)

特開2000-306190

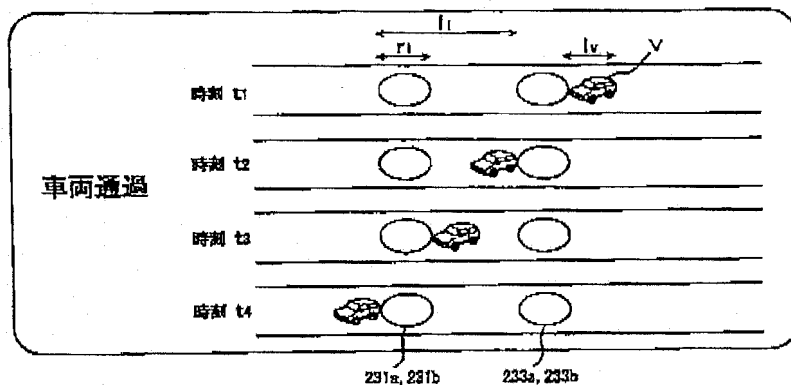
【図18】



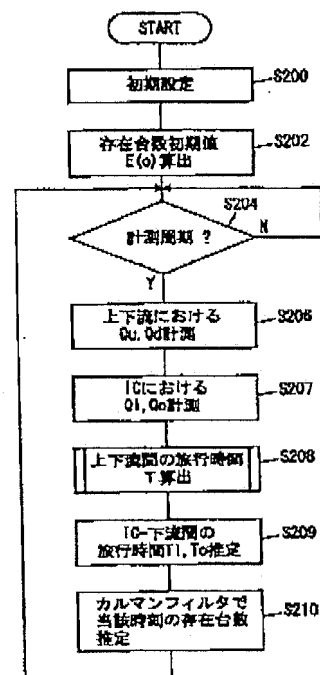
【図25】



【図21】

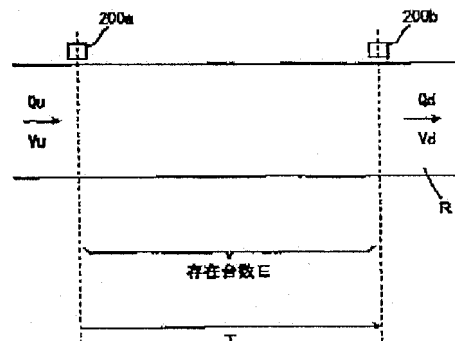


【図32】

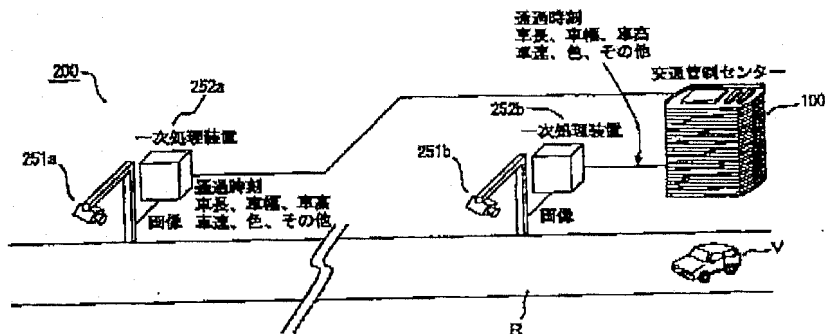


特開2000-306190

【图 2.9】



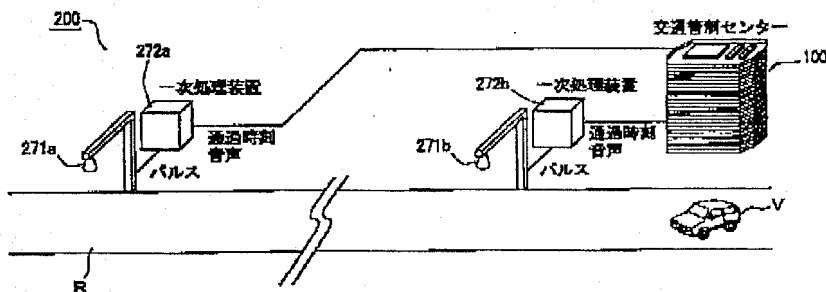
【图 2-4】



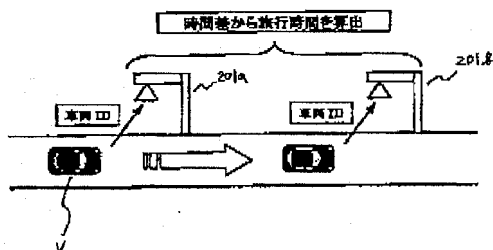
(22)

特開2000-306190

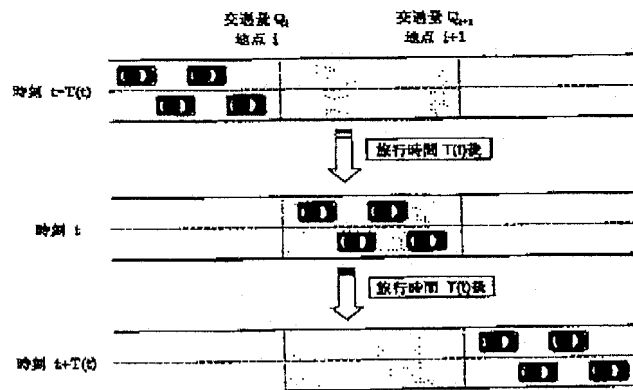
【図26】



【図27】



【図28】



【図31】

